微生态制剂对应激雄性肉仔鸡生长性能和肠道健康的影响

钟　光[1]　王进圣[2]　王炎辉[1]　张　帅[1]　曲昆鹏[1]　周华金[1]　高怀涛[3]　宋志刚[1*]

（1.山东农业大学动物科技学院，泰安 271018；2.山东凤祥股份有限公司，阳谷 252300；3.江苏恒丰强生物技术有限公司，南通 226000）

摘　要：本试验旨在研究应激对肉仔雄鸡生长性能和肠道健康的影响，以及微生态制剂的可能缓解作用。试验采用对肉仔雄鸡注射糖皮质激素（地塞米松）的应激模型，选取 1 日龄艾拔益加（AA）肉仔雄鸡 176 只，按照 2×2 析因进行试验设计，分为应激+微生态制剂组(皮下注射 2 mg/kg BW 地塞米松，饮用微生态制剂 0.02 g/只/天)、应激组(注射 2 mg/kg BW 地塞米松)、微生态制剂组(注射 2 mg/kg BW 生理盐水，饮用微生态制剂 0.02 g/只/天)、空白组（注射 2 mg/kg BW 生理盐水）4 个组，每组 4 个重复，每个重复 11 只鸡。微生态制剂组和应激+微生态制剂组在肉鸡 11～14 日龄和 25～28 日龄饮水中添加用冷却沸水溶解的微生态制剂，应激组和空白组饮用相同体积不含微生态制剂的冷却沸水。应激组和应激+微生态制剂组在肉鸡 12～14 日龄和 26～28 日龄皮下注射地塞米松磷酸钠，微生态制剂组和空白组注射相同剂量的生理盐水。试验期 35 d。结果表明：应激导致肉仔雄鸡 35 日龄的平均体重、平均日增重和欧洲效益指数显著降低（$P<0.05$），料重比和死淘率显著提高（$P<0.05$），15 日龄和 29 日龄的免疫器官指数和空肠绒毛高度显著降低（$P<0.05$）；微生态制剂使肉仔雄鸡 29 日龄的胰脂肪酶活性和空肠绒毛高度显著提高（$P<0.05$），隐窝深度显著降低($P<0.05$)。在绒毛高度/隐窝深度指标上，应激和微生态制剂有显著的交互作用($P<0.05$)。结果提示：应激能破坏肉仔雄鸡肠道微环境，降低肉仔雄鸡生长性能，抑制免疫器官正常发育；微生态制剂能显著缓解应激对肠道绒毛的损伤，但未发现微生态制剂对生长性能的显著作用。

关键词：微生态制剂；肉仔雄鸡；应激；生长性能；空肠形态；酶活性

中图分类号：S816.7　　文献标识码：A　　文章编号：1006-267X（2017）00-0000-00

家禽生长环境存在多种应激，应激会导致体内分泌糖皮质激素，对家禽生产造成危害[1]。微生态制剂是一种可调整机体微生态平衡的活菌制剂，通过补充肠道正常菌群、排斥和抑制需氧病菌的生长繁殖，调节肠道微环境[2]。贺绍君等[3]研究发现应激会破坏机体内环境的平衡，延长肉仔鸡的饲养周期，严重影响肉仔鸡养殖业发展。胡顺珍等[4]和程婷婷等[5]研究表明微生态制剂可以改善肉仔鸡肠道环境，显著提高出栏重，降低料重比；可以显著提高蛋种鸡的产蛋率、受精率孵化率，降低料蛋比和破蛋率[6]。但微生态制剂对应激状态下肉仔鸡的影响少见报道。因此，本试验旨在通过研究应激对雄性肉仔鸡生长性能和肠道健

收稿日期：2017－04－20

基金项目：国家自然科学基金（31472115）；山东省家禽产业创新团队（SDAIT-011-08）

作者简介：钟　光（1990－），男，山东诸城人，硕士研究生，研究方向为动物营养与饲料科学。E-mail: 929479193@qq.com

*通信作者：宋志刚，教授，博士生导师，E-mail: naposong@qq.com

康的影响，以及微生态制剂对这种影响的作用，为规模化肉仔鸡生产中合理使用微生态制剂提供理论依据和科学方法。

1　材料与方法

1.1　试验材料

微生态制剂由江苏恒丰强生物技术有限公司提供，其中有效活菌数：双歧杆菌≥10^7 CFU/g，乳酸杆菌≥10^7 CFU/g，粪链球菌≥10^4 CFU/g，酵母菌≥10^6 CFU/g。地塞米松磷酸钠注射液：有效成分为地塞米松，购买于辰欣药业股份有限公司。

1.2　试验设计

选取体重相近的 1 日龄爱拔益加（AA）雄性肉仔鸡 176 只，采用 2×2 析因设计，随机分为 4 组，分别为应激+微生态制剂组(注射 2 mg/kg BW 地塞米松，每天每只鸡饮用 0.02 g 微生态制剂)、应激组(注射 2 mg/kg BW 地塞米松)、微生态制剂组(注射 2 mg/kg BW 生理盐水，每天每只鸡饮用 0.02 g 微生态制剂)和空白组（注射 2 mg/kg BW 生理盐水），每组 4 个重复，每个重复 11 只鸡。微生态制剂组和应激+微生态制剂组在肉鸡 11～14 日龄和 25～28 日龄饮水中添加用冷却沸水溶解的微生态制剂，适当控水，保证肉鸡 30 min 内饮用完；应激组和空白组同时控水，饮用相同体积不含微生态制剂的冷却沸水。应激组和应激+微生态制剂组在肉鸡 12～14 日龄和 26～28 日龄皮下注射地塞米松磷酸钠，微生态制剂组和空白组注射相同剂量的生理盐水。

1.3　饲养管理

试验于 2016 年 6 月 1 日开始，在山东农业大学试验站进行，试验期 35 d。试验鸡笼养，饲喂参照 NRC（1994）肉鸡营养需要量标准配制的基础饲粮，其组成及营养水平见表 1。开始时温度为 35 ℃，每周降低 2~3 ℃，直到降至 25 ℃。温湿度根据生长情况做相应调整，正常免疫，其他措施与常规饲养管理相同。

表 1　基础饲粮组成及营养水平（风干基础）

Table1　Composition and nutrient levels of the basal diet（air dry basis）　　%

项目 Items	含量 Content	
	1～21 日龄 1 to 21 days of age	22～35 日龄 22 to 35 days of age
原料 Ingredients		
玉米 Corn	52.194	57.472
大豆油 Soybean oil	5.129	4.804
豆粕 Soybean meal	38.926	34.364
石粉 Limestone	1.463	1.244
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	0.800	0.600
氯化钠 NaCl	0.300	0.280
L-赖氨酸硫酸盐 *L*-Lys•H_2SO_4	0.267	0.371
DL-蛋氨酸 *DL*-Met	0.302	0.279
L-苏氨酸 *L*-Thr	0.099	0.086

植酸酶 Phytase (5 000 IU/g)	0.020	0.020
维生素预混料 Vitamin premix[1)]	0.200	0.200
矿物质预混料 Mineral premix[1)]	0.200	0.180
氯化胆碱 Choline chloride	0.100	0.100
合计 Total	100.000	100.000
营养水平 Nutrient levels[2)]		
粗蛋白质 CP	21.50	20.00
代谢能 ME/(MJ/kg)	12.81	12.98
钙 Ca	0.95	0.82
非植酸磷 Non-phytate P	0.44	0.40
赖氨酸 Lys	1.19	1.15
蛋氨酸 Met	0.59	0.56
蛋氨酸+半胱氨酸 Met + Cys	0.87	0.82
苏氨酸 Thr	0.76	0.71
色氨酸 Trp	0.22	0.20

[1)] 维生素预混料为每千克饲粮提供 Vitamin premix provided the following per kg of diet：VA 9 000 IU，VD_3 2 000 IU，VE 11.0 IU，VK 1.00 mg，硫胺素 thiamine 1.20 mg，核黄素 riboflavin 5.80 mg，烟酸 niacin 66.0 mg，泛酸 pantothenic acid 10.0 mg，吡哆醇 pyridoxine 2.60 mg，生物素 biotin 0.20 mg，叶酸 folic acid 0.70 mg，VB_{12} 0.012 mg。矿物质预混料为 1~21 日龄每千克饲粮提供 Mineral premix provided the following per kg of diet for 1 to 21 days of age：Mn 100.0 mg，Zn 75.0 mg，Fe 80.0 mg，I 0.65 mg，Cu 8.00 mg，Se 0.35 mg；为 22~35 日龄每千克饲粮提供 Provided the following per kg of diet for 22 to 35 days of age：Mn 90.0 mg，Zn 67.5 mg，Fe 72.0 mg，I 0.59 mg，Cu 7.20 mg，Se 0.32 mg。

[2)] 营养水平为计算值。Nutrient levels were calculated values.

1.4 测定指标及方法

15 日龄和 29 日龄，从每个重复随机选取 2 只鸡，采集免疫器官、十二指肠黏膜和空肠肠段。

1.4.1 生长性能

统计并计算试验全期的平均体重、平均日增重、料重比、死淘率和欧洲效益指数。

1.4.2 免疫器官指数

鸡屠宰前称重，采集胸腺、脾脏、法氏囊并称重，计算胸腺指数、脾脏指数和法氏囊指数。

1.4.3 胰蛋白酶、脂肪酶的活性

将十二指肠纵向剖开，用冷的无菌生理盐水冲掉食糜，载玻片刮取黏膜，用胰蛋白酶和胰脂肪酶试剂盒测定酶活性，用总蛋白（TP）测定试剂盒测定酶蛋白浓度（试剂盒购自南京建成生物科技有限公司），计算胰蛋白酶和胰脂肪酶的活性。

1.4.4 空肠组织形态

从卵黄柄向前 5 cm 处，悬空剪取 2 cm 左右的空肠肠段置于 4%多聚甲醛中，经固定、脱水、透明、浸蜡、包埋、染色等工序制成切片，显微镜下测量空肠绒毛高度和隐窝深度，并计算绒毛高度/隐窝深度值。

1.5 数据统计与处理

试验数据使用 Excel 2013 进行初步处理后，用 SAS 9.0 软件进行统计，用双因素方差分析并进行差异

显著性检验，结果用平均数±标准差表示，P<0.05 为有显著差异，P<0.10 为有差异趋势。

2 结果与分析

2.1 应激对肉仔雄鸡生长性能的影响和微生态制剂的作用

由表 2 可知，应激造成肉仔雄鸡 35 日龄的平均体重、平均日增重和欧洲效益指数显著降低（P<0.05），料重比和死淘率显著提高（P<0.05）；微生态制剂使肉仔雄鸡的死淘率显著降低（P<0.05），欧洲效益指数有提高的趋势（P<0.10）。

表 2 应激对肉仔雄鸡生长性能的影响和微生态制剂的作用

Table 2 Effects of stress on growth performance of male broilers and the role of probiotics

指标 Indices	项目 Items	微生态制剂 Probiotics	无微生态制剂 No probiotics	平均值 Mean	P 值 P-value
平均体重 Average weight/g	应激 Stress	1 564.13±24.69	1 540.73±80.42	1 550.16[b]	P_1=0.282 5
	无应激 No stress	1 900.18±49.83	1 812.03±88.34	1 856.10[a]	P_2=0.001 4
	平均值 Mean	1 756.16	1 676.38		P_3=0.657 3
平均日增重 ADG/g	应激 Stress	44.47±0.66	42.15±1.90	43.15[b]	P_1=0.207 4
	无应激 No stress	53.27±1.46	52.25±1.97	52.76[a]	P_2=0.000 2
	平均值 Mean	49.50	47.20		P_3=0.712 9
料重比 F/G	应激 Stress	1.65±0.04	1.66±0.05	1.66[a]	P_1=0.724 1
	无应激 No stress	1.52±0.02	1.53±0.02	1.52[b]	P_2=0.001 5
	平均值 Mean	1.58	1.60		P_3=0.686 5
死淘率 Dead rate	应激 Stress	0.07±0.04	0.11±0.05	0.09[a]	P_1=0.024 5
	无应激 No stress	0.00±0.00	0.07±0.04	0.04[b]	P_2=0.018 4
	平均值 Mean	0.03[b]	0.09[a]		P_3=0.163 1
欧洲效益指数 EPI	应激 Stress	251.20±6.01	245.88±16.00	248.16[b]	P_1=0.094 1
	无应激 No stress	358.37±13.37	306.16±30.00	332.27[a]	P_2=0.001 7
	平均值 Mean	312.44	276.02		P_3=0.265 8

P_1 表示微生态制剂，P_2 表示应激，P_3 表示微生态制剂×应激。平均值肩标不同小写字母表示差异显著（P<0.05）。下表同。

P_1 mean probiotics, P_2 mean stress, and P_3 mean probiotics×stress. The means with different small letter superscripts mean significant difference (P<0.05). The same as below.

2.2 应激对肉仔雄鸡免疫器官指数的影响和微生态制剂的作用

由表 3 可知，应激造成肉仔雄鸡 15 日龄和 29 日龄的胸腺指数、脾脏指数和法氏囊指数显著降低（P<0.05）。

表 3 应激对肉仔雄鸡免疫器官指数的影响和微生态制剂的作用

Table 3 Effects of stress on immune organ indices of male broilers and the role of probiotics

日龄 Days of age	指标 Indices/%	项目 Items	微生态制剂 Probiotics	无微生态制剂 No probiotics	平均值 Mean	P 值 P-value
15 日龄	胸腺指数	应激 Stress	0.18±0.01	0.15±0.02	0.17[b]	P_1=0.699 0

15 days of age	Thymus index	无应激 No stress	0.27±0.04	0.26±0.04	0.27[a]	P_2<0.000 1
		平均值 Mean	0.23	0.21		P_3=0.579 0
	脾脏指数 Spleen index	应激 Stress	0.07±0.01	0.05±0.01	0.06[b]	P_1=0.557 7
		无应激 No stress	0.10±0.02	0.09±0.01	0.10[a]	P_2=0.002 5
		平均值 Mean	0.09	0.07		P_3=0.501 0
	法氏囊指数 Bursal index	应激 Stress	0.10±0.01	0.08±0.01	0.09[b]	P_1=0.206 0
		无应激 No stress	0.20±0.01	0.19±0.02	0.20[a]	P_2=0.000 3
		平均值 Mean	0.15	0.14		P_3=0.189 9
29 日龄 29 days of age	胸腺指数 Thymus index	应激 Stress	0.13±0.01	0.11±0.02	0.12[b]	P_1=0.770 6
		无应激 No stress	0.18±0.04	0.16±0.02	0.17[a]	P_2=0.022 4
		平均值 Mean	0.16	0.14		P_3=0.224 7
	脾脏指数 Spleen index	应激 Stress	0.06±0.01	0.04±0.01	0.05[b]	P_1=0.203 9
		无应激 No stress	0.07±0.01	0.07±0.01	0.07[a]	P_2=0.000 6
		平均值 Mean	0.07	0.06		P_3=0.257 3
	法氏囊指数 Bursal index	应激 Stress	0.07±0.01	0.05±0.01	0.06[b]	P_1=0.519 1
		无应激 No stress	0.17±0.02	0.15±0.02	0.16[a]	P_2<0.000 1
		平均值 Mean	0.12	0.10		P_3=0.391 9

2.3 应激对肉仔雄鸡胰消化酶活性的影响和微生态制剂的作用

由表 4 可知，微生态制剂使肉仔雄鸡 29 日龄的胰脂肪酶活性显著增加（P<0.05）；应激使肉仔雄鸡 15 日龄和 29 日龄的胰蛋白酶和胰脂肪酶活性均降低（P>0.05）。

表 4　应激对肉仔雄鸡十二指肠酶活性影响和微生态制剂的作用

Table 4　Effects of stress on enzyme activity in duodenum of male broilers and the role of probiotics

日龄 Days of age	指标 Indices	项目 Items	微生态制剂 Probiotics	无微生态制剂 No probiotics	平均值 Mean	P 值 P-value
15 日龄 15 days of age	蛋白酶活性 Protease activity/(U/mg prot)	应激 Stress	1 085.94±56.17	924.83±69.88	1 026.8	P_1=0.330 8
		无应激 No stress	1 189.50±34.81	1 049.11±45.30	1124.7	P_2=0.115 0
		平均值 Mean	1 113.8	1 008.3		P_3=0.913 7

	脂肪酶活性 Lipase activity/(U/g prot)	应激 Stress	57.58±4.09	49.33±15.80	53.06	P_1=0.612 5
		无应激 No stress	62.00±7.60	59.26±2.17	60.63	P_2=0.370 5
		平均值 Mean	60.29	54.29		P_3=0.815 1
29 日龄 29 days of age	蛋白酶活性 Protease activity/(U/mg prot)	应激 Stress	1 016.30±18.24	970.62±46.87	980.8	P_1=0.435 7
		无应激 No stress	1 420.53±18.36	968.08±69.32	1202.5	P_2=0.192 4
		平均值 Mean	1243.3	981.3		P_3=0.276 3
	脂肪酶活性 Lipase activity/(U/g prot)	应激 Stress	30.82±3.66	21.72±2.82	26.68	P_1=0.019 7
		无应激 No stress	31.05±4.34	22.40±2.34	27.12	P_2=0.901 5
		平均值 Mean	30.93[a]	22.06[b]		P_3=0.949 3

2.4　应激对肉仔雄鸡空肠组织形态的影响和微生态制剂的作用

由表 5 可知，应激造成肉仔雄鸡 15 日龄、29 日龄的空肠绒毛高度和 29 日龄的空肠绒毛高度/隐窝深度值显著降低（P<0.05），15 日龄的绒毛高度/隐窝深度值有降低的趋势（P<0.10）；微生态制剂使肉仔雄鸡 29 日龄的绒毛高度显著提高（P<0.05），隐窝深度显著降低（P<0.05）；两因素对肉仔雄鸡 15 日龄和 29 日龄绒毛高度/隐窝深度值有显著的交互作用（P<0.05）。

表 5　应激对肉仔雄鸡空肠组织形态的影响和微生态制剂的作用

Table 5　Effects of stress on jejunum morphology of male broilers and the role of probiotics

日龄 Days of age	指标 Indices	项目 Items	微生态制剂 Probiotics	无微生态制剂 No probiotics	平均值 Mean	P 值 P-value
15 日龄 15 days of age	绒毛高度 Villus height /mm	应激 Stress	0.53±0.03	0.60±0.04	0.56[b]	P_1=0.571 1
		无应激 No stress	0.72±0.03	0.62±0.02	0.67[a]	P_2=0.001 5
		平均值 Mean	0.62	0.60		P_3=0.105 1
	隐窝深度 Crypt depth /mm	应激 Stress	0.15±0.01	0.16±0.01	0.16	P_1=0.108 3
		无应激 No stress	0.14±0.01	0.15±0.01	0.15	P_2=0.270 1
		平均值 Mean	0.15	0.16		P_3=0.873 4
	绒毛高度/隐窝深度 V/C	应激 Stress	4.69±0.29	3.66±0.23	4.19	P_1=0.215 2
		无应激 No stress	4.52±0.33	4.86±0.32	4.68	P_2=0.099 7
		平均值	4.60	4.24		P_3=0.024 4

		Mean				
29 日龄 29 days of age	绒毛高度 Villus height /mm	应激 Stress	0.93±0.05	0.73±0.02	0.81[b]	P_1=0.002 3
		无应激 No stress	1.28±0.05	1.20±0.10	1.24[a]	P_2<0.000 1
		平均值 Mean	1.16[a]	0.87[b]		P_3=0.759 4
	隐窝深度 Crypt depth /mm	应激 Stress	0.15±0.01	0.25±0.02	0.20	P_1=0.000 2
		无应激 No stress	0.21±0.01	0.20±0.01	0.22	P_2=0.493 4
		平均值 Mean	0.16[b]	0.20[a]		P_3=0.100 2
	绒毛高度/隐窝深度 V/C	应激 Stress	4.43±50.27	5.47±50.35	4.99[b]	P_1=0.410 9
		无应激 No stress	6.84±50.44	5.38±0.38	6.42[a]	P_2=0.000 9
		平均值 Mean	5.77	5.44		P_3=0.004 4

3 讨 论

3.1 应激对肉仔雄鸡生长性能的影响和微生态制剂的作用

应激是动物对内外界刺激所产生的非特异应答反应的总和。动物应激会分泌糖皮质激素，作用于特定靶器官和靶细胞，发挥动员能源、提高血糖和机体抵抗力的作用。研究表明，应激会促进肝糖原合成和糖异生，促进组织中蛋白质和脂肪的分解[7]，降低体增重，缩短饲粮通过肠道的时间，降低饲料利用率[3]。本试验结果表明，应激显著降低肉仔雄鸡的平均体重、平均日增重和欧洲效益指数，显著增加料重比，这与前人研究结果相一致，说明应激会降低肉仔雄鸡生长性能。

微生态制剂有促进动物生长、提高饲料转化率和降低死亡率等功能。薛冬玲等[8]采用枯草芽孢杆菌制剂对肉仔鸡生长性能的影响进行试验，试验组肉仔鸡的平均体重和平均日增重均提高。本试验结果表明，微生态制剂使肉仔雄鸡的平均日增重、欧洲效益指数分别提高了 4.87%和 13.19%，料重比降低了 1.25%，死淘率显著降低了 66.67%，可能是微生态制剂增加了有益菌数量，改善了肠道环境，提高了肉仔雄鸡对饲料的消化吸收，这与前人研究结果相符。但试验用微生态制剂只能够在一定程度上缓解应激造成生长性能的降低，不能完全解决应激带来的伤害，可能与微生态制剂的种类和组成有关。

3.2 应激对肉仔雄鸡免疫器官指数的影响和微生态制剂的作用

应激会使动物免疫力和抵抗力下降，导致发病率和死亡率增加，从而危害动物的健康[9]。Selye[10]指出，动物在应激反应过程中，机体分泌的糖皮质激素可以引起胸腺和淋巴组织的萎缩，抑制蛋白质合成，使动物体液免疫和细胞免疫机能下降，对疾病的抵抗能力减弱。本试验表明，应激显著降低肉仔雄鸡 15 日龄

和 29 日龄的胸腺指数、脾脏指数和法氏囊指数，证明应激能抑制免疫器官的发育。刘思当等[11]研究证明应激可以引起免疫器官的发育分化不良，显著妨碍免疫器官的发育，试验肉仔鸡胸腺、脾脏和法氏囊的相对重量显著下降。

微生态制剂在动物免疫反应中起促进免疫细胞、组织和器官生长发育的作用。马明颖等[12]研究发现，雏鸡饲喂微生态制剂，可以显著提高血清中免疫球蛋白的水平，法氏囊指数和脾脏指数也显著提高；王莉莉[13]利用嗜酸乳杆菌细胞壁提取成分处理小鼠上皮淋巴细胞，发现其杀伤活性明显增强；刘克琳等[14]用微生态制剂饲喂雏鸡，试验组免疫器官的重量显著提高，表明其免疫器官生长发育快，成熟度高。本试验结果表明，微生态制剂组肉仔雄鸡的胸腺指数、脾脏指数和法氏囊指数在 15 日龄分别提高 9.52%、28.57%和 7.14%，在 29 日龄分别提高了 14.29%、16.67%和 20.00%，说明微生态制剂也能促进免疫器官的生长发育。但数据也能看出，试验用微生态制剂未能完全解除应激对肉仔雄鸡免疫器官的发育抑制，仅仅能稍稍缓解应激带来的消极作用，可能与微生态制剂的种类和组成有关。

3.3 应激对肉仔雄鸡胰消化酶活性的影响和微生态制剂的作用

动物体内消化酶活性的变化，源于外界因素造成的结构变化所引起的活性变化和消化酶分泌量变化导致的酶活性改变[15]。阮晖等[16]报道在热应激条件下，肉仔雄鸡小肠蛋白酶活性、脂肪酶活性均显著下降，肉仔雄鸡日增重与这几种酶的活性呈极显著的正相关。王雪平[17]研究表明应激可以通过转录水平调节胰腺酶的基因表达而影响消化酶的合成和分泌。本试验表明，15 日龄和 29 日龄，应激使肉仔雄鸡的胰蛋白酶活性降低 8.70%和 18.44%，胰脂肪酶活性降低 12.49%和 1.62%。说明应激导致了试验肉仔雄鸡的胰蛋白酶活性和胰脂肪酶活性降低，与上述研究结果一致。

微生态制剂主要有促进自身消化酶的分泌和维持肠道微生物动态平衡的作用[18]。本试验结果表明，微生态制剂使肉仔雄鸡 15 日龄和 29 日龄胰蛋白酶活性分别提高 10.46%和 26.70%，29 日龄胰脂肪酶活性提高 11.05%，但在统计学上未出现显著性差异。Sögaard 等[19]报道，枯草芽孢杆菌和地衣芽孢杆菌具有较强的蛋白酶、淀粉酶和脂肪酶活性；张晓梅等[20]发现地衣芽孢杆菌、乳杆菌等混合制成的微生态制剂能显著提高雏鸡肠道蛋白酶和脂肪酶活性。上述结果出现显著性差异，与本试验不太一致，可能与微生态制剂的组成和种类有关。

3.4 应激对肉仔雄鸡空肠组织形态的影响和微生态制剂的作用

肠道黏膜形态是影响营养物质吸收的主要因素之一[21]。肠绒毛高度、绒毛高度/隐窝深度与营养物质吸收的增强呈正相关，隐窝深度的增加则呈负相关[22]。有研究表明肉仔鸡在应激时，肠道形态和结构会发生显著的变化[23]，产生糖皮质激素影响黏膜细胞的发育[24]。胡骁飞等[25]研究表明，应激影响了肠道黏膜的生长，导致空肠绒毛高度降低。Hu 等[26]研究发现皮质酮处理模拟应激降低了肠道黏膜细胞增殖，阻碍了肠黏膜绒毛的正常生长。本试验结果表明，应激肉仔雄鸡的空肠绒毛高度显著降低，与前人研究结果一致。

李金敏等[27]试验发现，肉仔鸡饲喂微生态制剂，有利于肠道绒毛的快速发育；刘虎传等[28]的研究表明，微生态制剂饲喂早期断奶仔猪后，肠道绒毛高度显著提高，隐窝深度显著降低。本试验结果表明，微生态制剂使肉仔雄鸡 15 日龄和 29 日龄绒毛高度增加了 3.33%和 33.33%，并显著降低了 29 日龄隐窝深度，说明微生态制剂促进了肉仔雄鸡肠道绒毛的发育，这与前人研究结果相一致；微生态制剂和应激在绒毛高度上有显著的交互作用，说明微生态制剂能显著缓解应激对肠道绒毛的损伤。

4 结 论

① 应激会降低肉仔雄鸡的生长性能，抑制免疫器官的正常发育，破坏肠道环境和组织结构。

② 微生态制剂能显著缓解应激对肠道绒毛的损伤，但对生长性能无显著改善作用。

参考文献：

[1] 胡骁飞,职爱民,魏凤仙,等.应激影响家禽肠道结构和功能的研究进展[J].中国家禽,2009,31(14):36–39.

[2] 汪孟娟,徐海燕,辛国芹,等.复合微生态制剂对经产母猪繁殖性能、粪便菌群及粗蛋白质表观消化率的影响[J].中国饲料,2016(10):27–29,35.

[3] 贺绍君,赵书景,李静,等.甜菜碱对热应激肉仔鸡生长性能、十二指肠消化酶活性及盲肠微生物区系的影响[J].动物营养学报,2014,26(12):3731–3739.

[4] 胡顺珍,张建梅,谢全喜,等.复合微生态制剂对肉仔鸡生产性能、肠道菌群、抗氧化指标和免疫功能的影响[J].动物营养学报,2012,24(2):334–341.

[5] 程婷婷,刘淼,王晓岚.微生态制剂在优质肉鸡生产性能中的使用效果研究[J].畜禽业,2012(2):18–20.

[6] 元娜,陈奇,刘从敏,等.复合微生态制剂对蛋种鸡生产性能、蛋品质及营养吸收的影响[J].中国家禽,2011,33(1):18–20.

[7] 林海.糖皮质激素影响养分分配的机制[C]//2010 中国畜牧兽医学会动物营养学分会第六次全国饲料营养学术研讨会论文集.杨凌:中国畜牧兽医学会,2010.

[8] 薛冬玲,潘康成,张钧利,等.枯草芽孢杆菌制剂对肉鸡生长性能的影响研究[J].家禽科学,2004(21):11–13.

[9] SUBBARAO D S V,GLICK B.Effect of cold exposure on the immune response of chickens[J].Poultry Science,1977,56(3):992–996.

[10] SELYE H.The evolution of the stress concept: the originator of the concept traces its development from the discovery in 1936 of the alarm reaction to modern therapeutic applications of syntoxic and catatoxic hormones[J].American Scientist,1973,61(6):692-699.

[11] 刘思当,宁章勇,谭勋,等.实验性热应激对肉仔鸡免疫器官的影响[J].中国兽医学报,2003,23(3):281–283.

[12] 马明颖,钟权,于永军.微生态制剂对雏鸡生长性能及免疫功能的影响[J].黑龙江畜牧兽医,2011(3):67–68.

[13] 王莉莉.嗜酸性乳杆菌细胞壁提取成分对小鼠小肠上皮内淋巴细胞免疫功能的影响[D].硕士学位论文.

北京:中国医科大学,1998.

[14] 刘克琳,何明清,余成瑶,等.鸡微生物饲料添加剂对肉鸡免疫功能影响的研究[J].四川农业大学学报,1994(增刊 1):606–612.

[15] MAHAGNA M,NIR I,LARBIER M,et al.Effect of age and exogenous amylase and protease on development of the digestive tract,pancreatic enzyme activities and digestibility of nutrients in young meat-type chicks[J].Reproduction,Nutrition,Development,1995,35(2):201–212.

[16] 阮晖,牛冬.热应激降低肉鸡小肠消化酶活性的研究[J].中国畜牧杂志,2001,37(3):16–17.

[17] 王雪平.急性热应激对番鸭胰腺主要消化酶基因表达的影响[D].硕士学位论文.南京:南京农业大学,2012.

[18] 张亚兰.微生态制剂对肉鸡生长、免疫及肠道菌群结构的影响[D].硕士学位论文.雅安:四川农业大学,2010.

[19] SÖGAARD H,SUHR-JESSEN T.Microbials for feed:beyond lactic acid bacteria[J].Feed International,1990,11(1):32–38.

[20] 张晓梅,蔡荣,陈可毅,等.饲喂不同类型微生态制剂对雏鸡消化酶活性的影响[J].饲料研究,1999(7):4–6.

[21] 李家驹,蔡辉益,刘国华,等.地塞米松对肉仔鸡小肠小肽吸收的影响[J].今日畜牧兽医,2010,41(1):39–45.

[22] 李勇.糖皮质激素对肉仔鸡空肠葡萄糖吸收的影响与机理[D].硕士学位论文.北京:中国农业科学院,2007.

[23] DUNN A J,ANDO T,BROWN R F,et al.HPA Axis activation and neurochemical responses to bacterial translocation from the gastrointestinal tract[J].Annals of the New York Academy of Sciences,2003,992(1):21–29.

[24] QUARONI A,TIAN J Q,GÖKE M,et al.Glucocorticoids have pleiotropic effects on small intestinal crypt cells[J].American Journal of physiology,1999,277(5):1027–1040.

[25] 胡骁飞,呙于明.皮质酮应激改变了肉仔鸡的肠道形态和功能[J].动物营养学报,2008,20(4):411–416.

[26] HU X F,GUO Y M.Corticosterone administration alters small intestinal morphology and function of broiler chickens.[J].Asian-Australasian Journal of Animal Sciences,2008,21(12):1773–1778.

[27] 李金敏,张志焱,张菊,等.微生态制剂替代饲用抗生素对肉鸡生产性能及肠道结构影响[J].饲料广角,2013(6):18–19.

[28] 刘虎传,张敏红,李素霞,等.益生菌制剂对早期断奶仔猪肠道 pH、黏膜形态结构和挥发性脂肪酸含量的影响[J].动物营养学报,2012,24(7):1329–1335.

Effects of Probiotics on Growth Performance and Intestinal Health of Stressed Male Broilers

ZHONG Guang[1] WANG Jinsheng[2] WANG Yanhui[1] ZHANG Shuai[1] QU Kunpeng[1] ZHOU Huajin[1]

GAO Huaitao[3] SONG Zhigang[1*]

(1. *College of Animal Science and Technology, Shandong Agricultural University, Tai'an* 271018, *China*; 2. *Shandong Fengxiang Group Limited Liability Company*, *Yanggu* 252300, *China*; 3. *Jiangsu Hengfengqiang Biotechnology Co., Ltd., Nantong* 226000, *China*)

Abstract: The experiment was conducted to investigate the effects of stress on growth performance and intestinal health of male broilers and the possible relieve roles of probiotics. In this experiment, the stress was mimicked with dexamethasone (DEX) injection. One hundred and seventy-six 1-day-old Arbor Acres (AA) male broilers were selected and allocated into four groups with four replicates each and 11 broilers in each replicate according to 2×2 factorial design, which consisted of stress and probiotics group (injection of 2 mg/kg BW DEX and drinking 0.02 g probiotics per day per bird), stress group (injection of 2 mg/kg BW DEX), probiotics group (drinking 0.02 g probiotics per day per bird), blank group (injection of 2 mg/kg BW saline). Probiotics dissolved with cooling boiling water were supplemented into drinking water for broilers in 11 to 14 days and 25 to 28 days of age in probiotics group and stress and probiotics group, while cooling boiling water without probiotics for stress group and blank group. And broilers in 12 to 14 days and 26 to 28 days of age were subcutaneously injected with dexamethasone sodium phosphate in stress group and stress and probiotics group, while the same dose of saline for probiotics group and blank group. The experiment lasted for 35 days. The results showed that stress significantly reduced average daily gain and European performance index (EPI) of 35-day-old mail broilers ($P<0.05$), while significantly increased the ratio of feed to gain and mortality rate ($P<0.05$); and the immunity organ indices and the jejunum villus height of broilers were significantly decreased under stress ($P<0.05$). Probiotics significantly improved the activity of pancreatic lipase and jejunum villus height ($P<0.05$), but significantly reduced jejunum crypt depth ($P<0.05$). There was a significant interaction between stress and probiotics on the ratio of villus height to crypt depth ($P<0.05$). In conclusion, stress damages the microenvironment in the intestine of mail broilers, reduces the growth performance and inhibits the normal development of immunity organs. Probiotics can significantly alleviate the negative effects of stress on intestinal villus damage. However, no significant effects of probiotics on growth performance were found.

Key words: probiotics; male broilers; stress; growth performance; jejunum morphology; enzyme activity

---

*Corresponding author, professor, E-mail: naposong@qq.com (责任编辑 田艳明)